

# Física Experimental III - Experiência E9

## Indução magnética e transformadores

### OBJETIVOS

- Estudo das leis de Faraday e Lenz em diversas situações experimentais.
- Montagem de transformadores.
- Obtenção da relação de transformação de tensões para transformadores.

### MATERIAL

Ímãs permanentes, bobinas, geradores de tensão alternada e contínua, galvanômetro de zero central, multímetros analógicos e digitais, núcleos magnéticos laminados e não-laminados.

### HISTÓRICO

O fenômeno da indução magnética teve sua base empírica fundamentada nas experiências realizadas primeiramente pelo cientista inglês Michael Faraday em torno de 1831 e quase que simultaneamente pelo físico americano Joseph Henry. A indução magnética consiste fundamentalmente no fato de que campos magnéticos variáveis no tempo são capazes de gerar correntes elétricas, ou seja, de induzir campos elétricos. Outro aspecto importante a respeito da indução magnética foi estabelecido pelo físico russo Heinrich Lenz: a corrente elétrica induzida surge sempre num sentido tal que se oponha à variação do campo magnético que lhe deu origem. Todos esses aspectos do fenômeno de indução magnética aparecem reunidos na formulação que hoje denominamos "lei de Faraday", a qual desempenhou um papel essencial na evolução da física, tanto do ponto de vista teórico quanto experimental. Em particular, podemos citar a fabricação dos mais diversos dispositivos baseados no princípio de indução magnética, tais como motores elétricos, geradores de corrente alternada, transformadores e muitos outros, como um dos fatores que mais motivou e possibilitou o desenvolvimento tecnológico dos séculos XIX e XX, desde os tempos da revolução industrial até os dias de hoje.

### PROCEDIMENTOS

#### *1. Indução com ímãs e bobinas*

- 1.1 Conecte uma bobina a um galvanômetro. Aproxime um ímã permanente da bobina e verifique o aparecimento de uma corrente elétrica (normalmente da ordem de  $\mu\text{A}$ ). Afaste agora o ímã da bobina e veja de novo a corrente. Anote os resultados na folha de dados.
- 1.2 Repita o procedimento acima, agora mantendo o ímã fixo e movendo a bobina.
- 1.3 Determine experimentalmente qual é o pólo norte e qual o pólo sul do ímã a partir do sentido da corrente induzida na bobina nos procedimentos acima (examine com cuidado o sentido do enrolamento da bobina).

- 1.4 Conecte uma outra bobina (denominada de *primária*) a um gerador de *tensão contínua* (cuidado com a corrente máxima que a bobina suporta!!). Repita os procedimentos 1.1 e 1.2, utilizando esta bobina primária em lugar do ímã.
- 1.5 Verifique o que ocorre na bobina *secundária* quando a fonte (DC) ligada à bobina primária é ligada ou desligada, ou mesmo quando se altera o valor da corrente na bobina primária.
- 1.6 Conecte agora a bobina primária a um gerador de *tensão alternada* (cuidado com a corrente máxima que a bobina suporta!!). Repita os procedimentos 1.1 e 1.2, utilizando esta bobina em lugar do ímã. **Na bobina secundária substitua o galvanômetro por um voltímetro na escala AC.** Verifique que mesmo com a bobina primária em repouso há tensão induzida na bobina secundária.

## 2. *Montagem e estudo de um transformador*

- 2.1 Anote na folha de dados o número de espiras nas bobinas primária ( $N_{\text{prim}}$ ) e secundária ( $N_{\text{sec}}$ ) utilizadas na montagem anterior.

**Tome um cuidado especial com as possíveis altas tensões que poderão aparecer na bobina secundária se  $N_{\text{sec}}$  for maior que  $N_{\text{prim}}$ . Não utilize bobinas com 12000 ou 18000 espiras como secundárias.**

- 2.2 Aplique uma tensão AC à bobina primária, tomando o cuidado de não exceder a corrente máxima que ela suporta. **Usando um voltímetro (em escala AC)** meça a tensão aplicada na bobina primária ( $V_{\text{prim}}$ ) e a tensão que aparece na bobina secundária ( $V_{\text{sec}}$ ).

*Registre  $V_{\text{prim}}$  e  $V_{\text{sec}}$  para cada uma das situações a seguir:*

- 2.3 Fixe a tensão na bobina primária e varie a distância entre as duas bobinas. (Anote na folha de dados alguns valores de distância, na coluna "Situação".)
- 2.4 Coloque as bobinas próximas e teste as possíveis orientações relativas das bobinas.
- 2.5 Coloque um núcleo magnético em forma de barra em uma das bobinas.
- 2.6 Coloque um núcleo em forma de U conectando as bobinas.
- 2.7 Feche o núcleo em forma de U com um núcleo em forma de barra não-laminado.
- 2.8 Feche o núcleo em forma de U com um núcleo em forma de barra laminado. Teste as duas possíveis orientações das lâminas em relação à direção do campo magnético gerado nas bobinas.
- 2.9 Esta última configuração com o núcleo e a barra laminados e posicionados com a orientação apropriada constitui a melhor aproximação para um "transformador ideal". Meça as relações  $V_{\text{sec}}/V_{\text{prim}}$  e  $N_{\text{sec}}/N_{\text{prim}}$  para diferentes pares de bobinas.

## 3. *Estudo de um transformador comercial*

- 3.1 Aplique algumas tensões AC entre 0 e 12 V ao primário de um transformador comercial e meça  $V_{\text{prim}}$  e  $V_{\text{sec}}$ .

## TÓPICOS A SEREM DISCUTIDOS EM SALA

- Leis de Faraday e Lenz.
- Conceitos de fluxo magnético de força eletromotriz induzida.
- O que é um transformador e para que serve.
- Qual a finalidade dos núcleos magnéticos nos transformadores.
- Correntes de Foucault, núcleos laminados, freios magnéticos, fornos de indução.

## ASPECTOS TEÓRICOS A SEREM ABORDADOS NO RELATÓRIO

- Enunciar e discutir brevemente as leis de Faraday e Lenz.
- O que é um transformador? Para que serve um transformador?
- O que é um transformador ideal? Deduzir a relação de transformação de tensões para o transformador ideal.
- Para que servem os núcleos magnéticos utilizados nos transformadores?
- O que são correntes de Foucault e qual o seu papel no funcionamento dos transformadores?

## ASPECTOS PRÁTICOS A SEREM DESCRITOS NO RELATÓRIO

- Esquematize e descreva a montagem experimental utilizada nas experiências de indução com ímãs e bobinas.
- Descreva os procedimentos usados na montagem do transformador e nas medidas efetuadas com transformadores.

## PROCEDIMENTOS E CÁLCULOS A SEREM EFETUADOS NO RELATÓRIO

- Apresente os resultados das experiências de indução efetuadas com bobinas e ímãs, descrevendo claramente as diversas situações experimentais e usando esquemas, desenhos e gráficos sempre que possível (siga a seqüência dos itens 1.1, 1.2, 1.4 e 1.6).
- Descreva como foi a determinação dos pólos norte e sul do ímã permanente (item 1.3).
- Apresente os resultados das medidas com o transformador montado, descrevendo claramente as diversas situações experimentais e usando esquemas e desenhos sempre que possível (siga a seqüência dos itens 2.2 a 2.8).
- Monte um gráfico de  $V_{\text{sec}}/V_{\text{prim}}$  em função de  $N_{\text{sec}}/N_{\text{prim}}$  para os diferentes pares de bobinas estudados (item 2.9). Compare o resultado com o que você esperaria encontrar baseado na relação de transformação para um transformador ideal. Comente e discuta.
- A partir dos resultados das medidas com o transformador comercial (itens 3.1 e 3.2) estime qual a sua relação de transformação.

## QUESTÕES A SEREM DISCUTIDAS NO RELATÓRIO

1. Suponha que uma bobina alimentada com corrente contínua (primária) seja colocada junto a uma outra bobina (secundária) ligada a um amperímetro. Há campo magnético atravessando a bobina secundária? Há fluxo magnético atravessando a bobina secundária? Há força eletromotriz induzida na bobina secundária? Explique as respostas.
2. Um transformador funciona com corrente contínua? Se um transformador eventualmente funcionou ao ser ligado à saída de uma fonte de tensão contínua, qual a explicação?
3. O funcionamento de um transformador está diretamente relacionado a que leis físicas?
4. Qual o papel dos núcleos utilizados nos transformadores? Qual a propriedade física importante que esses núcleos devem possuir?
5. O que as correntes de Foucault trazem de inconveniente ao funcionamento de um transformador? Descreva algumas "soluções" para o problema da geração de correntes de Foucault nos núcleos de transformadores.

## NÃO DEIXE DE LER

Halliday, Resnick & Walker, Fundamentos de Física, Vol. 3, Seções 32.2 a 32.4 (sobre leis de Faraday e Lenz), Questões 23 e 24 do Capítulo 32 (sobre correntes de Foucault), Seção 36.6 (sobre transformadores), Seção 34.8 (uso do núcleo no transformador).

Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Prof.: \_\_\_\_\_

### **Indução com ímã permanente e bobina**

Situação:

Resultado:

Aproximando o ímã permanente da bobina: \_\_\_\_\_

Afastando o ímã da bobina: \_\_\_\_\_

Mantendo o ímã fixo e aproximando a bobina: \_\_\_\_\_

Mantendo o ímã fixo e afastando a bobina: \_\_\_\_\_

### **Esquema para a determinação dos pólos de um ímã permanente**

### **Indução com bobina primária alimentada com tensão DC e bobina secundária**

Situação:

Resultado:

Aproximando a bobina 1<sup>a</sup> da bobina 2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

Afastando a bobina 1<sup>a</sup> da bobina 2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

Mantendo a bobina 1<sup>a</sup> fixa e aproximando a bobina 2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

Mantendo a bobina 1<sup>a</sup> fixa e afastando a bobina 2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

### **Indução com bobina primária alimentada com tensão AC e bobina secundária**

Situação:

Resultado:

Aproximando a bobina 1<sup>a</sup> da bobina 2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

Afastando a bobina 1<sup>a</sup> da bobina 2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

Mantendo a bobina 1<sup>a</sup> fixa e aproximando a bobina 2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_

Mantendo a bobina 1<sup>a</sup> fixa e afastando a bobina 2<sup>a</sup>: \_\_\_\_\_


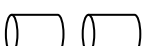
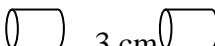
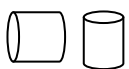
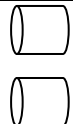
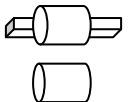
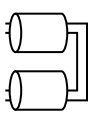
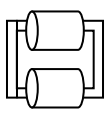
Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Prof.: \_\_\_\_\_ E9

### Montagem e estudo de um transformador

Número de espiras na bobina primária: \_\_\_\_\_

Número de espiras na bobina secundária: \_\_\_\_\_

Dados de tensão nas bobinas primária e secundária:

Situação	$V_{\text{prim}}$ (—)	$\Delta V_{\text{prim}}$ (—)	$V_{\text{sec}}$ (—)	$\Delta V_{\text{sec}}$ (—)	$V_{\text{sec}}/V_{\text{prim}}$	$N_{\text{sec}}/N_{\text{prim}}$
 0 cm						
 1 cm						
 3 cm						
						
						
						
						
Barra não laminada 						
Barra laminada, posição 1 horizontal						
Barra laminada, posição 2 vertical						

